

862.2789

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of
HIROKI HIYAMA ET AL.
Appln. No.: 09/291,006
Filed: April 14, 1999
For: SOLID-STATE IMAGE SENSING)
APPARATUS AND METHOD OF :
OPERATING THE SAME)

Examiner: Not Yet Known

Group Art Unit: 2713

February 2, 2000

The Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

RECEIVED
FEB 04 2000
Group 2700

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

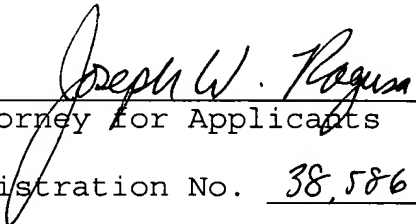
Applicants hereby claim priority under the
International Convention and all rights to which they are
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following
Japanese Priority Applications:

10-169924 filed on June 17, 1998
10-115613 filed on April 24, 1998

Certified copies of the priority documents,
together with an English translation of the first page of the
same, containing the filing data, are enclosed.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our new address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants
Registration No. 38,586

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

09/29/006

(Translation of the front page
of the priority document of
Japanese Patent Application
No. 10-115613)



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of
the following application as filed with this Office.

Date of Application : April 24, 1998

Application Number : Patent Application

10-115613

Applicant(s) : CANON KABUSHIKI KAISHA

May 21, 1999

Commissioner,

Patent Office

Takeshi ISAYAMA

Certification Number 11-3031679

CFM 523 US (EP)

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

願年月日
Date of Application 1998年 4月24日

願番号
Application Number: 平成10年特許願第115613号

願人
Applicant(s): キヤノン株式会社

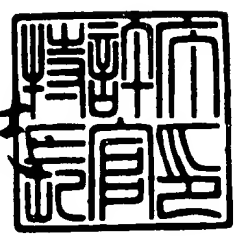


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年 5月21日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山建志



出証番号 出証特平11-3031679

【書類名】 特許願

【整理番号】 3583005

【提出日】 平成10年 4月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/04
H04N 5/325

【発明の名称】 固体撮像装置とその駆動方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 樋山 拓己

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 櫻井 克仁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 上野 勇武

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 小泉 徹

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 光地 哲伸

【特許出願人】

【識別番号】 000001007
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】

【識別番号】 100065385
【弁理士】
【氏名又は名称】 山下 穰平
【電話番号】 03-3431-1831

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010700
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9703871

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 固体撮像装置とその駆動方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置において、

前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し状態は、前記電界効果トランジスタのゲート下に反転層が形成されている状態とする制御を行う反転層形成手段を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】 画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置において、

前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのゲート電圧が、前記電界効果トランジスタのソース電圧と前記電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きくする電圧制御手段を有することを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 3】 前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタを 3 極管領域で動作させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】 前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのゲート電圧を、前記電界効果トランジスタのドレイン電圧と前記電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きくすることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】 画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有す

る固体撮像装置の駆動方法において、

前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出しは、前記電界効果トランジスタのゲート下に反転層が形成されている状態で行うことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 6】 画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置の駆動方法において、

前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのゲート電圧が、前記電界効果トランジスタのソース電圧と前記電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きい状態にて読み出すことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 7】 前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光信号の読み出し時に前記電界効果トランジスタが 3 極管領域で動作していることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 8】 前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのゲート電圧が、前記電界効果トランジスタのドレイン電圧と前記電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きくなることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 9】 前記電界効果トランジスタのドレイン電極と定電圧源または出力線との間の導通を制御する選択スイッチがあり、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記選択スイッチが非導通状態にあることを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 10】 前記電界効果トランジスタのソース電極と出力線との導通を制御する選択スイッチがあり、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に前記選択スイッチが導通状態にあることを特徴とする請求項 5 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の駆

動方法。

【請求項 11】 前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのソース電極が定電流源と導通状態にあることを特徴とする請求項 5 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 12】 前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのソース電極が定電圧源と導通状態にあることを特徴とする請求項 5 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 13】 前記光電変換素子はフォトダイオードで、前記フォトダイオードから前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出しにおいて、読み出し終了後に前記フォトダイオードが空乏化することを特徴とする請求項 5 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置の駆動方法。

【請求項 14】 画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生した信号を増幅して出力線に出力線トランジスタと、前記光電変換素子で発生した信号を前記トランジスタへ転送する転送スイッチと、を有する固体撮像装置において

前記光電変換素子で発生した信号の前記トランジスタへの転送時に、前記トランジスタの動作状態を制御するトランジスタ制御手段とを有することを特徴とする固体撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体撮像装置及びその駆動方法に関し、特徴的には画素アンプの最大取り扱い電荷量（ Q_{sat} ）を増加する固体撮像装置及びその駆動方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、光電変換信号を CCD（電荷結合素子）ではなく、MOS トランジスタ

によって読み出すCMOSイメージセンサと呼ばれるイメージセンサの研究開発が活発となっている。このCMOSイメージセンサはCMOSロジックLSIプロセスによって作成可能で、周辺回路のオンチップ化が容易であること、低電圧駆動、低消費電力などの点から、とくに携帯用途向けのイメージセンサとして期待されている。このCMOSイメージセンサの光電変換素子はフォトダイオードから成り、これらは全体的にCMOSロジックLSIプロセスにより製造されることから、周辺回路を含めて、CMOSセンサ又はCMOSイメージセンサと称している。

【0003】

CMOSイメージセンサは画素内に1個以上のMOSFETを持つ。このうち、光電変換信号をゲート電極の入力とする増幅用MOSFETを画素内に設けたものは、光電変換素子で発生したキャリアを一定時間蓄積して信号として読み出すことができるため、高感度タイプの撮像装置に用いられている。

【0004】

CMOSイメージセンサの研究開発初期においては、画素内に形成されるトランジスタの特性ばらつきによる固定パターンノイズが大きく、良好なS/N比を得ることができないと思われてきたが、その後固定パターンノイズを効果的に解消する方式がいくつか提案されている。例えば特開平4-61573号公報では、図14に示すように容量クランプ回路を用いた読み出し回路が提案されている。この固体撮像装置の動作を、図13に示す駆動タイミング・チャートを用いて説明する。なお、回路要素および印加パルス、印加電圧の名称は特開平4-61573号公報と同様である。

【0005】

まずフォトダイオードD1からの信号読み出しに先立って、端子CR1, CR2, CS1にパルスを印加することによって、MOSスイッチQ16をオンして、垂直信号線VL3はGNDレベルに、容量C1, C3はともにVSSにリセットされる。その後、端子CR1のパルスをローレベルにし、端子RSにパルスを印加することによって、増幅用MOSFETQ2のゲートは電圧VRSにリセットされる。そしてリセットパルスRSをローレベルにした後、端子V3にハイレ

ベルのパルスを入力すると、選択MOSFET Q3をオンして、増幅MOSFET Q2のドレインに動作電圧VDDが供給され、これにより、Q2のゲート電圧に対応した電圧VNが垂直出力線VL3に読み出される（ノイズ信号）。次に、CR2のパルスを立ち下げ、容量C1の出力側とC3の一方の電極がフローティングになる。この時、端子V3はローレベルにし、選択MOSFET Q3はオフ状態にする。そして、端子CR1にパルスを入力し、垂直出力線VL3をリセットすると、容量C1の出力側とC3の一方の電極の電位は上記バイアス電圧VSSから容量C1とC3の容量比に応じて分割された電圧だけ低下した電圧（ $VSS - VN'$ ）になる。ここでVN'は次式で表される。

【0006】

$$VN' = C1 \times VN / (C1 + C3) \quad (1)$$

次にCR1の端子のパルスを立ち下げ、端子V3とVGのパルスをハイレベルにし、電荷転送スイッチであるQ1をオンしてフォトダイオードD1に蓄積された信号電荷を、入力容量CPに転送すると同時に、選択MOSFET Q3がオンし、増幅MOSFET Q2のドレインに動作電圧VDDが供給され、これにより、Q2のゲート電圧に対応した電圧VSが垂直信号線VL3に読み出される（光信号）。この動作により、容量C1の電位はVSが容量C1とC3の容量比に応じて分割された電圧分だけ上昇し、（ $VSS - VN' + VS'$ ）になる。

【0007】

ここでVS'はVN'と同様に以下の式で表される。

【0008】

$$VS' = C1 \times VS / (C1 + C3) \quad (2)$$

従って、上記容量C3の電位は最終的に

$$VC3 = VSS - C1 \times (VN - VS) / (C1 + C3) \quad (3)$$

となり、(3)式の第2項より、リセットMOSFETや増幅MOSFETのしきい値Vthのバラツキ等が除去されたS/Nの高い信号が得られる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

CMOSイメージセンサのS/N比を向上させる上で、前記した従来例1の固

体撮像装置およびその駆動方法のように、固定パターンノイズに対する対策をする一方で、動画表示時のランダムノイズに対する S/N 比を高めるため、最大取扱い電荷量（以下、 Q_{sat} と略す）を増加させる必要がある。

【0010】

画素部に光電変換素子、転送スイッチおよび光電変換信号をゲート入力とする電界効果トランジスタを有する固体撮像装置において、光電変換素子からゲート電極への光電変換信号の読み出しの際のゲート電極に並列な容量 C （前述の従来例では C_p にあたる）の大きさは、転送可能な最大電荷量、すなわち最大取扱い電荷量 Q_{sat} に影響する。

【0011】

なぜなら、転送電荷が電子の場合、電荷が転送されるためには、 V_g （ゲート電圧） $> V_{pd}$ （フォトダイオード電圧）の関係が成り立たなければならないが、単位電荷が転送されたときの V_g の低下は、容量 C に反比例するため、容量 C が小さくなれば、より少ない転送電荷で V_g が低下してしまうためである。電界効果トランジスタがMOSFETであるときは、増幅用MOSFETのゲート容量は C に含まれている。MOSFETのゲート容量は動作状態によって変化するので、電荷転送時の増幅用MOSFETの動作状態によって、最大取扱い電荷量 Q_{sat} が変化する。

【0012】

従来技術の駆動方法においてはこの点に対して、配慮が為されていない。例えば図13に示した従来技術の駆動方法では、転送ゲートパルス V_G にパルスを印加し、電荷転送を行う際に、垂直出力線 V_L3 につながるソース電極はフローティングになっており、増幅用MOSFET Q_2 の動作は不定である。仮に、増幅用MOSFET Q_2 がオンになっていたとしても、電荷転送時に選択スイッチ Q_3 がオンになっているため、増幅用MOSFET Q_3 のドレイン電極には、 V_{DD} が印加され、増幅用MOSFET Q_2 は5極管動作領域にあり、ゲート容量は3極管動作時より減少している。従って、光電変換素子の読み出し動作のフローティング状態の不定性や増幅用MOSFET Q_2 の直線動作領域の変動などに問題点を有していた。

【0013】

本発明は、固体撮像装置の駆動方法を更に向上して、S/Nを高め、画質に優れた高品質の読み取り画像信号を得ることにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明の固体撮像装置の駆動方法は、光電変換素子から電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出しを、前記電界効果トランジスタのゲート下に反転層が形成されている状態で行うことを保証することで、上記の課題を解決することが可能である。

【0015】

本発明は、上記課題を解決するもので、画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置において、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し状態は、前記電界効果トランジスタのゲート下に反転層が形成されている状態とする制御を行う反転層形成手段を有することを特徴とする。

【0016】

また、本発明は、画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置において、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時点に、前記電界効果トランジスタのゲート電圧が、前記電界効果トランジスタのソース電圧と前記電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きくする電圧制御手段を有することを特徴とする。

【0017】

さらに、本発明は、画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有

する固体撮像装置の駆動方法において、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出しは、前記電界効果トランジスタのゲート下に反転層が形成されている状態で行うことを特徴とする。

【0018】

また、本発明は、画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置の駆動方法において、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、前記電界効果トランジスタのゲート電圧が、前記電界効果トランジスタのソース電圧と前記電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きい状態にて読み出すことを特徴とする。

【0019】

またさらに、本発明は、画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生した信号を増幅して出力線に出力線トランジスタと、前記光電変換素子で発生した信号を前記トランジスタへ転送する転送スイッチと、を有する固体撮像装置において、前記光電変換素子で発生した信号の前記トランジスタへの転送時に、前記トランジスタの動作状態を制御するトランジスタ制御手段とを有することを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0021】

〔実施形態1〕

本発明の実施形態として、図1で示す駆動タイミングで図14の固体撮像装置を駆動した例を示す。この固体撮像装置は、フォトダイオードD1に蓄積される光量に応じた光電荷を転送スイッチQ1を介して増幅用MOSトランジスタに供給して、選択スイッチをオンして垂直出力線に読み出すものである。

【0022】

まず、フォトダイオードD1からの信号読み出しに先立って、端子CR1、C

R2, C31にパルスを印加することによって(t_1)、リセットMOSスイッチQ16をオンして、垂直信号線VL3はGNDレベルに、容量C1, C3はともにVSSにリセットされる。その後端子CR1のパルスをローレベルにし(t_2)、端子RSにパルスを印加することによって、増幅用MOSFETQ2のゲートは電圧VRSにリセットされる(t_3)。そしてリセットパルスRSをローレベルにした後、端子V3にハイレベルのパルスを印加すると(t_3)、増幅MOSFETQ2のドレインに動作電圧VDDが供給され、これにより、増幅MOSFETQ2のゲート電圧に対応した電圧VNが垂直出力線VL3に読み出される(ノイズ信号)。

【0023】

次に、CR2のパルスを立ち下げ(t_4)、容量C1の出力側とC3の一方の電極がフローティングになる。この時、端子V3はローレベルにし、選択MOSFETQ3はオフ状態にする。そして、端子CR1にパルスを入力し、垂直出力線VL3をリセットすると、容量C1の出力側とC3の一方の電極の電位は上記バイアス電圧VSSから容量C1とC3の容量比に応じて分割された電圧だけ低下した電圧($VSS - VN'$)になる。次に、転送スイッチのゲート電圧VGにハイレベルのパルスを印加し(t_5)、フォトダイオードD1から電荷転送を行う。このとき、CR1をハイレベルにして、増幅用MOSFETQ2のソース電極を接地電圧に固定し、V3をローレベルにして、ドレイン電極へのVDDの供給を遮断することで、増幅用MOSFETQ2の動作を3極管領域に規定することができる。即ち、V3をローレベルにした時刻 t_4 から、VGにハイレベルを印加する時刻 t_5 までの間に増幅用MOSFETQ2のドレイン電位が接地電位近傍まで下がることにより、増幅用MOSFETQ2のゲート・ドレイン間電位差がしきい値以上であるというバイアス関係が満たされる。

【0024】

3極管動作に規定された増幅用MOSFETQ2のゲートはゲート幅×ゲート長で決まる面積の大きな酸化膜容量が付加されることになる。このため、最大取扱い電荷量は増加する。

【0025】

つづいてV_Gをローレベルに(t₆)、C_{R1}をローレベルに、V₃をハイレベルにすると(t₇)、転送された電荷量に対応する信号電圧V_Sが垂直出力線V_{L3}に発生する。これに伴って、容量C₁の出力側とC₃の一方の電極の電位は、 $(V_{SS} - V_{N'} + V_{S'})$ になる。

【0026】

図13に示した従来技術の駆動方法と本実施形態を比較したところ、固定パターンノイズの除去率は変わらなかったが、電荷転送時の増幅用MOSFETのゲート容量が増加したため、線形動作領域で扱うことのできる電荷量が増大し、最大取扱い電荷量は15%増加した。

【0027】

上記駆動方法では、光電変換素子の画素から画素アンプの電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出しを、転送されてきた画素電荷を電界効果トランジスタのゲートレベルを下げた状態、即ち反転層が形成されている状態で読み出している。

【0028】

また、光電変換素子の画素から画素アンプの電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出し時に、電界効果トランジスタのゲート電圧が、電界効果トランジスタのソース電圧と電界効果トランジスタのしきい値の和よりも大きい状態であるともいえる。

【0029】

〔実施形態2〕

本発明の実施形態2として図3の固体撮像装置を図2の駆動タイミングで駆動させた例を示す。

【0030】

まず図3の固体撮像装置の回路構成を説明する。2×2画素の各画素内にはフォトダイオード1、転送スイッチ2、リセットスイッチ3、画素アンプ4、行選択スイッチ5が設けてあり、図3のように接続されている。行選択スイッチ5がオンになると、負荷電流源7と画素アンプ4で構成されるソース・フォロワー回路が動作状態になり、選択行の出力が垂直出力線6上に発生する。この出力は転

送ゲート 8 を介して、信号蓄積部 11 に蓄積される。信号蓄積部 11 に一時記憶された出力は水平走査回路 12 によって順次出力部へ読み出される。

【0031】

図 2 の駆動タイミングで、図 3 の固体撮像装置を動作させると次のようになる。まず、 ΦRES がハイレベルとなり (t_{21})、画素アンプ 4 のゲート電位がリセット電位 (ΦRES のパルス電位—しきい値電位) にリセットされる。つづいて ΦSEL がハイレベルとなり (t_{22})、画素アンプ 4 と負荷電流源 7 で構成されるソース・フォロワー回路が動作状態になり、垂直出力線 6 上にリセット電位に対応したノイズ出力が発生し、信号蓄積部に読み出され、 ΦTN をハイとして転送ゲート 13 をオンとして、ノイズ信号を信号蓄積部 11 に一時的に蓄積する。ノイズ信号の読み出し後、 ΦSEL および ΦTN はふたたびローレベルになると (t_{23})、垂直出力線 6 の電位は負荷電流源 7 によって降下する。接地電圧近傍まで達した状態で、転送パルス ΦTX がハイレベルとなり (t_{24})、フォトダイオード D1 から画素アンプ 4 のゲート電極への電荷転送が行われる。

【0032】

このとき、画素アンプ 4 のドレイン電極には電源電圧が供給されていないため、画素アンプは 3 極管領域で動作している。したがって、画素アンプ 4 のゲート容量は最大値をとる。しかる後に ΦTX はローレベルにし (t_{25})、 ΦSEL および ΦTS をハイレベルにすることで (t_{26})、光電変換出力の読み出しを行う。また、 ΦTX をローレベルにして、読み出しのために、 ΦSEL および ΦTS をハイレベルにする時間 t_{25} から t_{26} の時間を管理することで、直線動作領域として、ダイナミックレンジの広い光電荷を得ることができる。

【0033】

本実施形態では、フォトダイオード D1 から画素アンプ 4 のゲート電極への電荷転送時に、画素アンプ 4 が 3 極管動作領域に規定されるため、従来技術の駆動方法と比較して、最大取扱い電荷量は 11% 増加した。

【0034】

〔実施形態 3〕

本発明の実施形態 3 として図 4 の駆動タイミングで図 5 の固体撮像装置を動作

させた例を示す。

【0035】

まず図5の固体撮像装置の回路構成を説明する。2×2画素の各画素内にはフォトダイオード1、転送スイッチ2、リセットスイッチ3、画素アンプ4、行選択スイッチ5が設けてあり、図5のように接続されている。行選択スイッチ5がオンになると、負荷電流源7と画素アンプ4で構成されるソース・フォロワー回路が動作状態になり、選択行の出力が垂直出力線6上に発生する。この出力は転送ゲート8を介して、信号蓄積部11に蓄積される。信号蓄積部11に一時記憶された出力は水平走査回路12によって順次出力部へ読み出される。また、垂直出力線6を定電位にリセットする垂直出力線リセットスイッチ9が設けられている。図3との違いは、この垂直出力線リセットスイッチ9とこのゲート電極にリセットパルス ΦVR を供給する点である。

【0036】

図4の駆動タイミングで図5の固体撮像装置を駆動させると、次のようになる。まず ΦVR がハイレベルとなり(t31)、垂直出力線6は定電位(本実施形態では接地電位)にリセットされる。 ΦVR がローレベルになった後(t32)、 ΦRES がハイレベルになり(t33)、画素アンプ4のゲート電位がリセットされる。つづいて ΦRES をローレベルとし、 ΦSEL 、 ΦTN がハイレベルとなり(t34)、画素アンプ4と負荷電流源7で構成されるソース・フォロワー回路が動作状態になり、垂直出力線6上にリセット電位に対応したノイズ信号出力が発生し、転送ゲート13をオンとして、信号蓄積部11に読み出される。

【0037】

ノイズ信号出力読み出し後(t35)、 ΦVR がハイレベルとなり(t36)、垂直出力線6はふたたび接地電位にリセットされる。垂直出力線6がリセットされている期間中に、転送パルス ΦTX にハイレベルのパルスが印加されて(t37)、フォトダイオードD1から画素アンプ4のゲート電極への電荷転送が行われる。このとき、画素アンプMOSFET4はソース電極が垂直出力線6と同電位の接地電位に固定され、またドレイン電極に電源電圧が供給されていないため、その動作は3極管領域に規定される。

【0038】

画素アンプ4のゲート電極に光電荷を転送後(t38)、 Φ_{SEL} 、 Φ_{TS} がハイレベルとなり(t39)、垂直出力線6に発生した光電変換出力は、転送ゲート8をオンとして、信号蓄積部11へと読み出される。前記した実施形態2の場合、電荷転送時に画素アンプ4のソース電極の電位を接地電位近傍まで降下させるために、負荷電流源の電流量をある程度以上大きくするか、もしくはノイズ出力読み出しから電荷転送までのブランクを大きくする必要がある。本実施形態3では垂直出力線リセット動作が可能のため、そのような制約がない。

【0039】

また、画素アンプ4のゲート電位がフローティング状態のとき垂直出力線6の電位が変化すると、ゲート・ソース間容量を介してフィードバック現象が起こるが、本実施形態3では垂直出力線6の電位が常に接地電位から立ち上がるため、光電変換出力に対するフィードバック量の比は常に一定に保たれ、光電変換出力が線形に保たれるという付加的効果がある。

【0040】

従来技術の駆動方法に対して、本実施形態の駆動方法では電荷転送時に画素アンプ4のゲート容量が最大となるため、 Q_{sat} は13%増加した。

【0041】

〔実施形態4〕

本発明の実施形態4として、図7の固体撮像装置を、図6の駆動タイミングで駆動させた例を示す。

【0042】

まず図7の回路構成について説明する。2×2画素の各画素内にはフォトダイオード1、転送スイッチ2、リセットスイッチ3、画素アンプ4、行選択スイッチ5が設けてあり、図7のように接続されている。画素アンプ4は垂直出力線6と行選択スイッチ5を介して接続されており、画素アンプ4と行選択スイッチ5がオンになると、負荷抵抗7によって、反転アンプとして動作する。また、垂直出力線6には垂直出力線リセットスイッチ9が設けられ、定電位（本実施形態では接地電位）にリセットすることができる。画素アンプ4は、図5の固体撮像装

置の回路とは、負荷抵抗7による反転アンプとしている点が異なる。

【0043】

図6の駆動タイミングで図7の固体撮像装置を駆動させると、次のような動作をする。まず ΦRES にハイレベルのパルスが印加され($t41$)、画素アンプ4のゲート電位がリセットされる。つづいて ΦSEL 、 ΦTN がハイレベルとなり($t42$)、転送ゲート13をオンして、ノイズ信号出力が読み出される。ノイズ信号出力の読み出しが終了した時点で($t43$)、 ΦSEL をハイレベルに保った状態で、 ΦVR がハイレベルとなり($t44$)、垂直出力線6および画素アンプ4のドレイン電極が接地電位にリセットされる。 ΦSEL 及び ΦVR はふたたびローレベルとなり($t45$)、ドレイン電極は接地電位を保持しながら、フローティング状態となる。このとき、画素アンプ4のソース電極は接地されているため、画素アンプ4は3極管領域の動作に規定される。

【0044】

この状態で、 ΦTX がハイレベルとなり($t46$)、フォトダイオードD1から画素アンプ4のゲート電極への電荷転送が行われる。引き続いて、 ΦTX をローレベルとして($t47$)、行選択パルス ΦSEL 及び ΦTS をハイとして、転送ゲート8をオンして、光電変換信号出力の読み出しが行われる。その後、水平走査回路12の走査信号 $\Phi H(1, 2)$ によって、信号蓄積部11のノイズ信号と光電変換信号とを順次出力する。

【0045】

本実施形態では電荷転送時に画素アンプが3極管領域にあり、従来の駆動方法に対して、 Q_{sat} は25%増加した。

【0046】

〔実施形態5〕

本発明の実施形態5として、図8の駆動タイミングで図9の固体撮像装置を動作させた例を示す。

【0047】

まず図9の固体撮像装置の回路構成を説明する。2×2画素の各画素内にはフォトダイオード1、転送スイッチ2、リセットスイッチ3、画素アンプ4、行選

択スイッチ 5 が設けてあり、図 9 のように接続されている。行選択スイッチ 5 がオンになると、負荷電流源 7 と画素アンプ 4 で構成されるソース・フォロワー回路が動作状態になり、選択行の出力が垂直出力線 6 上に発生する。この出力は転送ゲート 8 を介して、信号蓄積部 11 に蓄積される。信号蓄積部 11 に一時記憶された出力は水平走査回路 12 によって順次出力部へ読み出される。また、垂直出力線 6 を定電位にリセットする垂直出力線リセットスイッチ 9 が設けられている。本図 9 に示す固体撮像装置と図 5 に示す固体撮像装置とは、各画素において、画素アンプのソース側に行選択スイッチ 5 が接続されており、行選択スイッチ 5 を介して垂直出力線 6 にノイズ信号及び光電変換信号とを読み出す点である。

【0048】

図 8 の駆動タイミングで本固体撮像装置を動作させると次のようになる。まず、 ΦRES にハイレベルのパルスが印加され ($t 51$)、画素アンプ 4 のゲート電位がリセット電位にリセットされる。つづいて ΦSEL および ΦTN がハイレベルとなり ($t 52$)、ノイズ出力が信号蓄積部 11 へ読み出される。ノイズ出力読み出し後、 ΦTN はローレベルにされ ($t 53$)、 ΦVR はハイレベルとなって ($t 54$)、垂直出力線 6 のリセットが行われる。このとき ΦSEL はハイレベルにあるため、画素アンプ 4 のソース電位も同時にリセットされ、接地電位に固定される。この状態で ΦTX にハイレベルのパルスが印加され ($t 55$)、フォトダイオード D1 から画素アンプ 4 のゲート電極への電荷転送が行われる。電荷転送に伴って、画素アンプ 4 のゲート電位は降下するが、行選択スイッチ 5 を介して、ソース電極が接地電位に固定されているため、画素アンプ 4 は電荷転送期間中、常にオン状態に規定される。電荷転送後 ΦVR および ΦTX はローレベルに ($t 56$)、 ΦTS はハイレベルにされ ($t 57$)、光電変換出力の信号蓄積部 11 への読み出しが行われる。その後、 ΦSEL 及び ΦTS をローレベルとして、一行分の画素の読み出し動作を終了し、その次の行の画素の読み出し動作に移行する。

【0049】

本実施形態 5 ではフォトダイオード D1 から画素アンプ 4 のゲート電極への電荷転送時に、画素アンプ 4 が常にオン状態に規定されているため、従来の駆動方

法と比較して、最大取扱い電荷量 Q_{sat} は 43% 増加した。

【0050】

本実施形態では垂直出力線リセットスイッチ 9 を有する固体撮像装置を駆動させたが、負荷電流源 7 の電流量が十分に大きく、電荷転送時に画素アンプ 4 のソース電位が接地電位まで速やかに降下されるならば、垂直出力線リセットスイッチ 9 はなくともよい。

【0051】

〔実施形態 6〕

本発明の実施形態 6 として、図 10 の駆動タイミングで図 11 の固体撮像装置を駆動させた例を示す。

【0052】

まず図 11 の固体撮像装置の回路構成を説明する。2×2 画素の各画素内にはフォトダイオード 1、転送スイッチ 2、リセットスイッチ 3、画素アンプ 4、行選択スイッチ 5 が設けてあり、図 9 と同様に、図 11 のように接続されている。行選択スイッチ 5 がオンになると、行選択スイッチ 5 を介して、負荷電流源 7 と画素アンプ 4 で構成されるソース・フォロワー回路が動作状態になり、選択行の出力が垂直出力線 6 上に発生する。この出力は転送ゲート 8 及び転送ゲート 14、15、更に転送ゲート 16 を介して、信号蓄積部 11 に蓄積される。信号蓄積部 11 に一時記憶された出力は水平走査回路 12 によって順次出力部へ読み出される。また、垂直出力線を定電位にリセットする垂直出力線リセットスイッチ 9 が設けられている。また、この固体撮像装置は転送ゲート 8、14～16 の転送を奇数行及び偶数行に分けて信号蓄積部 11 に転送するので、水平ブランキング期間中に 2 行分の出力を読み出すことが可能である。

【0053】

図 12 は図 11 の固体撮像装置の垂直走査回路の構成を示す概念図である。奇数行の選択に対応する Φ_{SEL1} と偶数行の選択に対応する Φ_{SEL2} が独立に与えられることで、同一水平期間中に 2 行分の出力を信号蓄積部 11 に読み出すように構成されている。垂直走査回路 10 内に構成された垂直シフトレジスタ 17 から垂直クロックパルス $\Phi V(n)$ を NOR 回路 18～21 の一端に入力し、

NOR回路18～21の他端には、それぞれ垂直走査回路10で生成した奇数と偶数行の選択のための行選択パルス $\Phi SEL1$ 、 $\Phi SEL2$ と、リセットパルス ΦRES と、転送パルス ΦTX とが入力され、その出力に各行の選択パルスと、リセットパルスと、転送スイッチとして供給され、各画素を駆動する。

【0054】

次に、図10の駆動タイミングで図11の固体撮像装置を駆動させたときの動作を説明する。 ΦSEL および ΦTS 、 ΦTN が2系統になっている他はすべてのパルスは奇数行、偶数行に同時に印加される。奇数行側の動作に着目すると、まず ΦRES にハイレベルのパルスが印加され($t60$)、画素アンプ4のゲート電位がリセット電位(ΦRES のパルス電位-しきい値電位)にリセットされる。つづいて $\Phi SEL1$ および $\Phi TN1$ がハイレベルとなり($t61$)、奇数行のノイズ信号出力が信号蓄積部11へ読み出される。奇数行のノイズ信号出力の読み出し終了後、いったん $\Phi SEL1$ および $\Phi TN1$ はローレベルになり($t62$)、次に、 $\Phi SEL2$ および $\Phi TN2$ がハイレベルとなり($t63$)、偶数行のノイズ信号出力が信号蓄積部11へ読み出される。

【0055】

偶数行のノイズ信号出力の読み出しを行った後($t64$)、 $\Phi SEL1$ 、 $\Phi SEL2$ および ΦVR はハイレベルとなり($t65$)、垂直出力線6及び画素アンプ4のソース電極のリセットが行われる(本実施形態では、リセット電位は接地電位としている)。この状態で ΦTX にハイレベルのパルスが印加され、フォトダイオードD1から画素アンプ4のゲート電極への電荷転送が行われる。電荷転送に伴って、画素アンプ4のゲート電位は降下するが、 $\Phi SEL1$ と $\Phi SEL2$ とがハイの状態なので、行選択スイッチ5がオンとなり、ソース電極が接地電位に固定されているため、画素アンプ4は常にオン状態に規定される。奇数行、偶数行の光電変換出力は、それぞれ $\Phi SEL1$ と $\Phi TS1$ 、 $\Phi SEL2$ と $\Phi TS2$ をハイレベルとすることで($t67$, $t68$, $t69$, $t70$)、信号蓄積部11へと読み出される。

【0056】

以下、この駆動方法を繰り返して、エリアセンサとして順次フレーム画像を読

み出す。本実施形態では、隣接する奇数行、偶数行の出力を加算するなどして、動画表示に必要なスキャンが可能である。

【0057】

従来技術の駆動方法においては、電荷転送時に画素アンプ4のソース電極がフローティングであるため、電荷転送に伴って画素アンプ4はオフ状態になっていたが、本実施形態では、画素アンプ4がオン状態に規定されるため、最大取扱い電荷量は従来駆動方法と比較して45%増加した。

【0058】

上記各実施形態で説明したように、画素アンプ4の動作を駆動パルスの加えかたにより、画素アンプ4のMOSトランジスタのアナログにおける最適な動作領域で光電変換電荷を読み出しているので、画素電荷の直線性のある3極管領域で動作させることができ、結果的に画素アンプのダイナミックレンジを最大に広げた状態で読み出すこととなる。

【0059】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明の固体撮像装置の駆動方法は、回路構成を変えることなく、最大取扱い電荷量 Q_{sat} を増加することが可能である。また実施形態においてNMOSを主体とした回路構成を示したが、PMOSを主体とした回路構成においても同様な効果を持つことは明らかである。また電界効果トランジスタはMOS型でなくともよい。

【0060】

したがって本発明は、画素部に光電変換素子と、光電変換出力をゲート入力とする電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置全般に適用されるものであり、ソースフォロワ型増幅用及び抵抗負荷の反転増幅用の電界効果トランジスタの最大取扱い電荷量 Q_{sat} を増加することで、ダイナミックレンジを広げ、S/Nの高い、高画質の画像信号を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施形態 1 の駆動タイミング図である。

【図 2】

本発明の実施形態 2 の駆動タイミング図である。

【図 3】

本発明の実施形態 2 で使用した固体撮像装置である。

【図 4】

本発明の実施形態 3 の駆動タイミング図である。

【図 5】

本発明の実施形態 3 で使用した固体撮像装置である。

【図 6】

本発明の実施形態 4 の駆動タイミング図である。

【図 7】

本発明の実施形態 4 で使用した固体撮像装置である。

【図 8】

本発明の実施形態 5 の駆動タイミング図である。

【図 9】

本発明の実施形態 5 で使用した固体撮像装置である。

【図 10】

本発明の実施形態 6 の駆動タイミング図である。

【図 11】

本発明の実施形態 6 で使用した固体撮像装置である。

【図 12】

図 11 の固体撮像装置の垂直走査回路を示す図である。

【図 13】

従来技術による固体撮像装置の駆動タイミングの一例を示す図である。

【図 14】

従来技術による固体撮像装置の一例である。

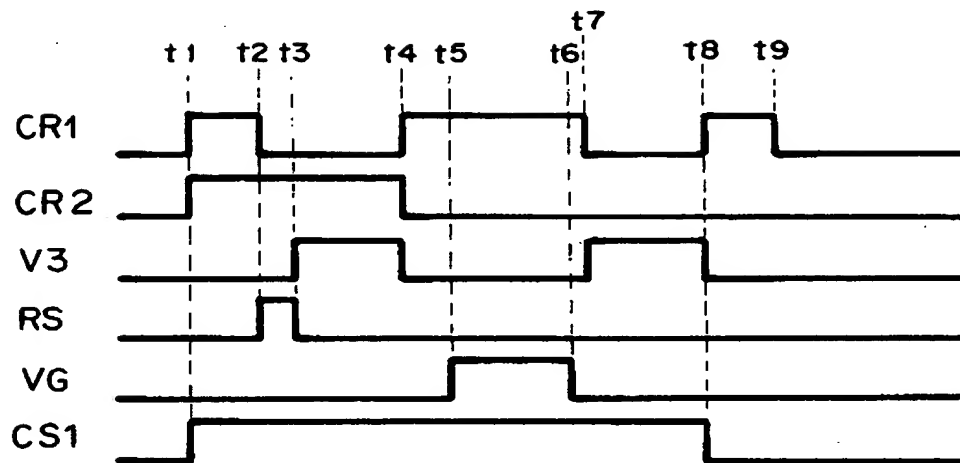
【符号の説明】

1 フォトダイオード

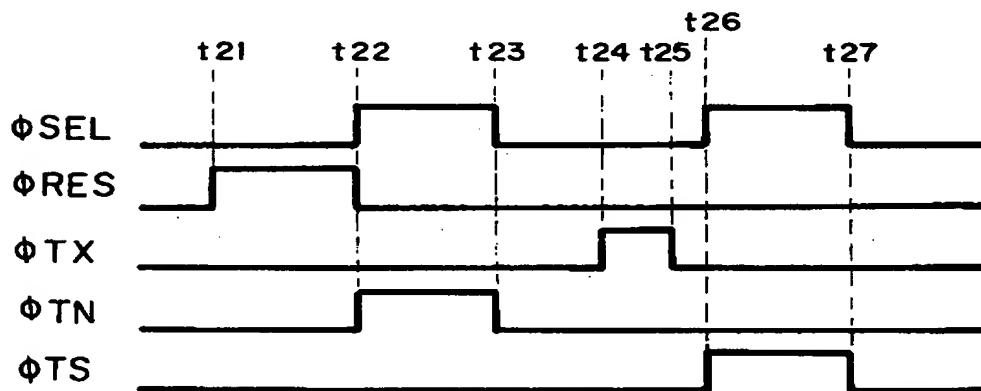
- 2 転送スイッチ
- 3 リセットスイッチ
- 4 画素アンプ
- 5 選択スイッチ
- 6 垂直出力線
- 7 負荷定電流源
- 7' 負荷抵抗
- 8, 13~16 転送ゲート
- 9 垂直出力線リセットスイッチ
- 10 垂直走査回路
- 11 信号蓄積部
- 12 水平走査回路
- ΦSEL 行選択パルス
- $\Phi SEL 1$ 奇数行選択パルス
- $\Phi SEL 2$ 偶数行選択パルス
- ΦRES リセットパルス
- ΦTX 画素部転送スイッチに印加する転送パルス
- ΦTS 光電変換出力の転送パルス
- $\Phi TS 1$ 奇数行の光電変換出力の転送パルス
- $\Phi TS 2$ 偶数行の光電変換出力の転送パルス
- ΦTN ノイズ出力の転送パルス
- $\Phi TN 1$ 奇数行のノイズ出力の転送パルス
- $\Phi TN 2$ 偶数行のノイズ出力の転送パルス
- ΦVR 垂直出力線リセットパルス
- $\Phi V(n)$ n 行目の垂直走査パルス
- $\Phi H(n)$ n 列目の水平走査パルス

【書類名】 図面

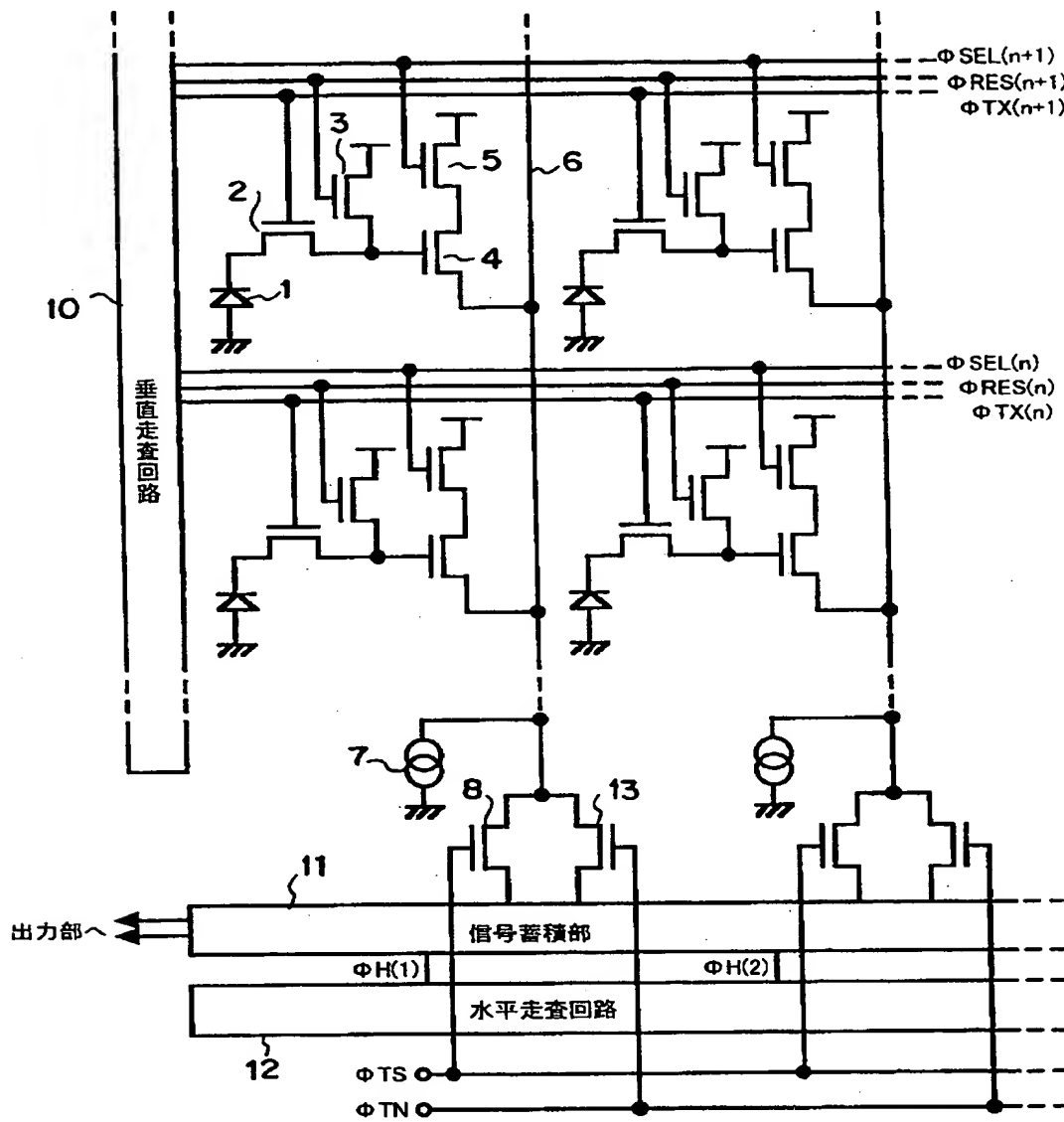
【図 1】



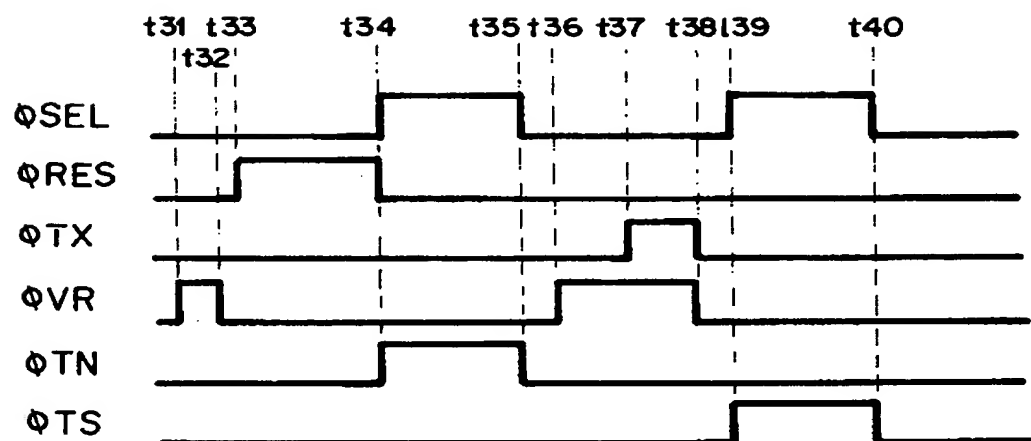
【図 2】



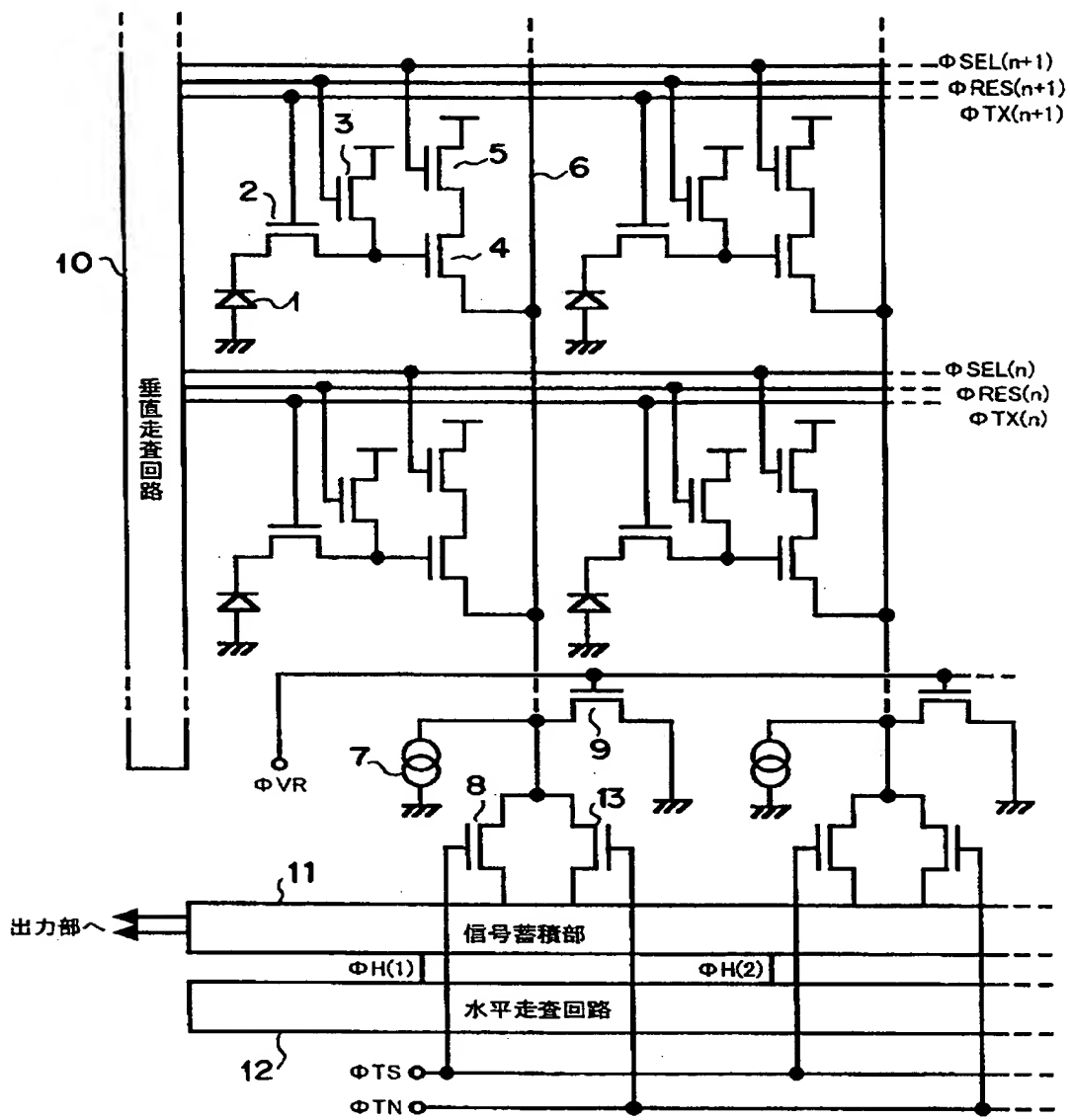
【図 3】



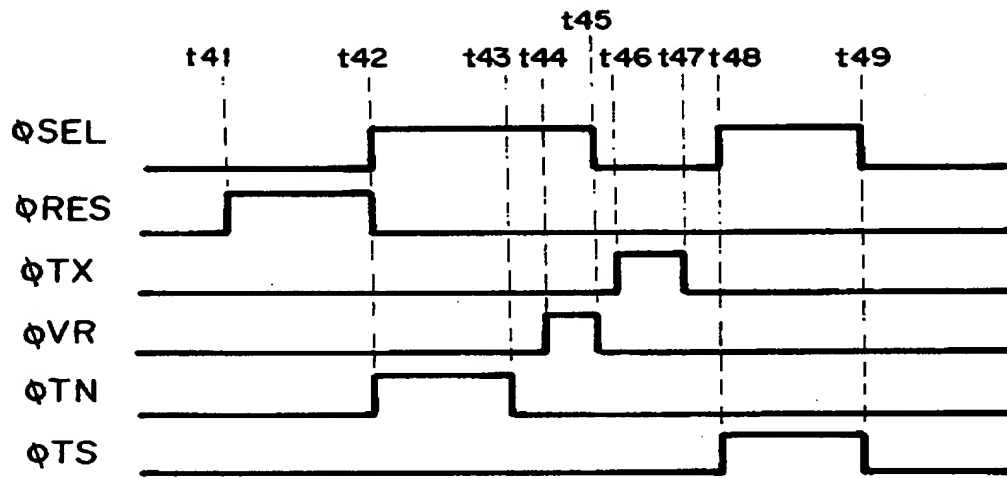
【図 4】



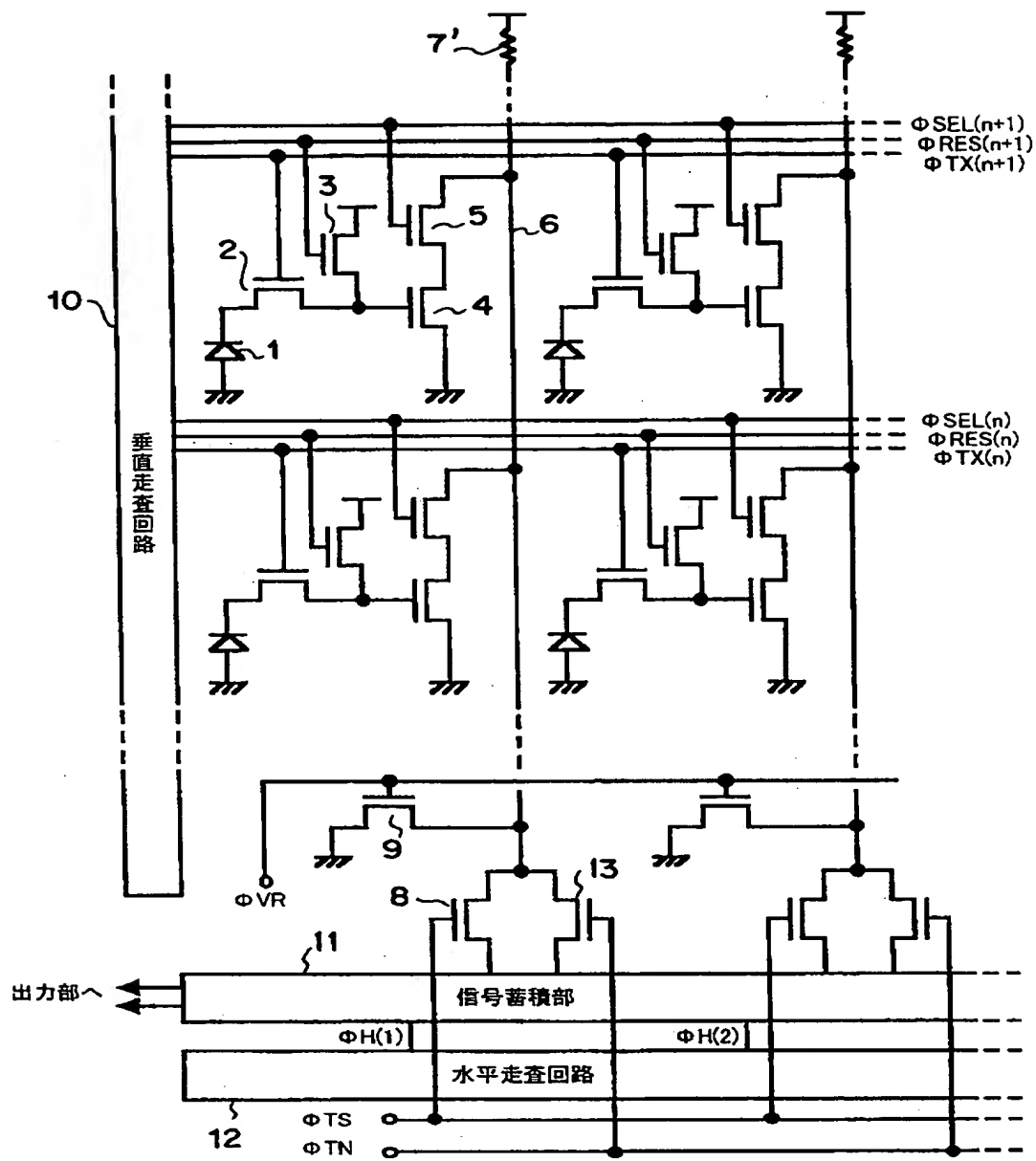
【図 5】



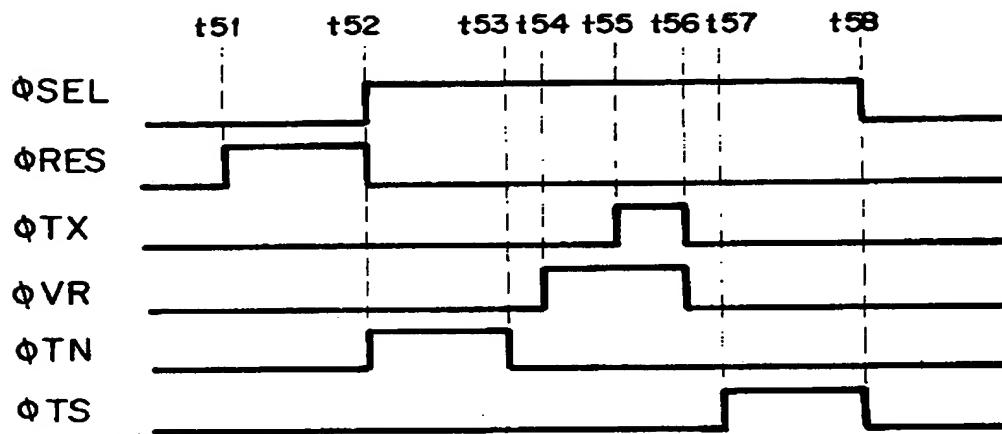
【図 6】



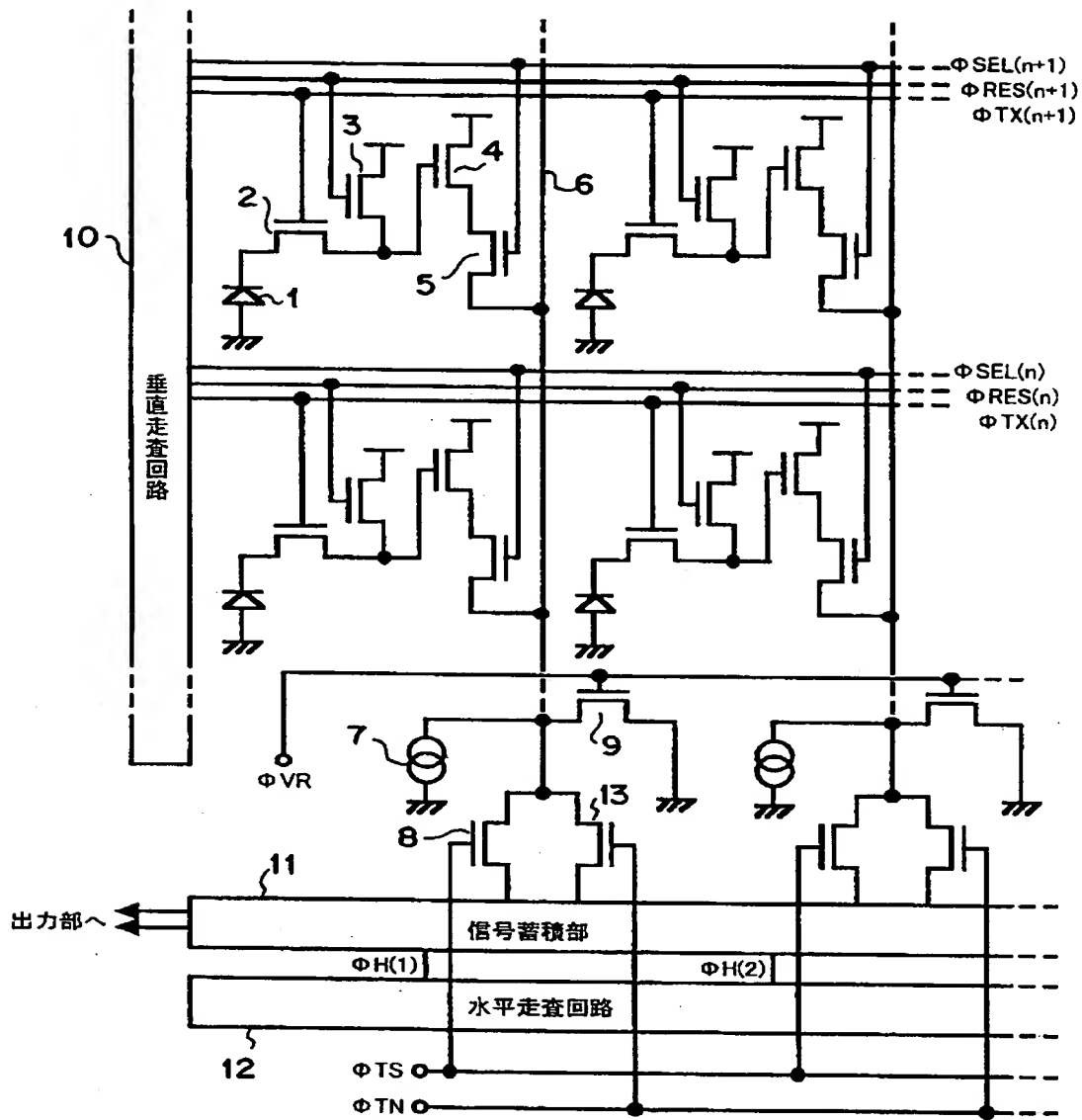
【図 7】



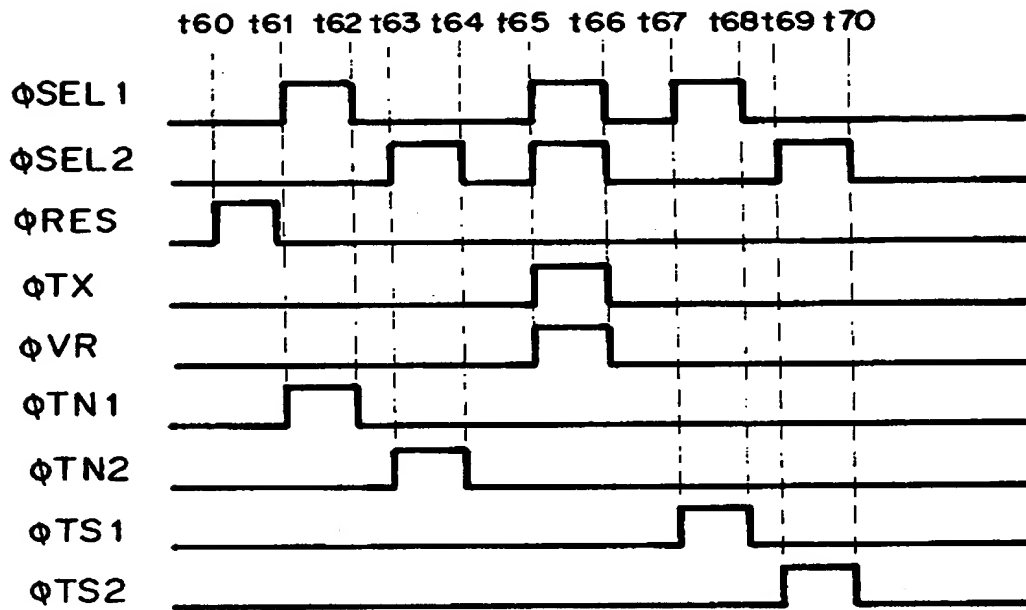
【図 8】



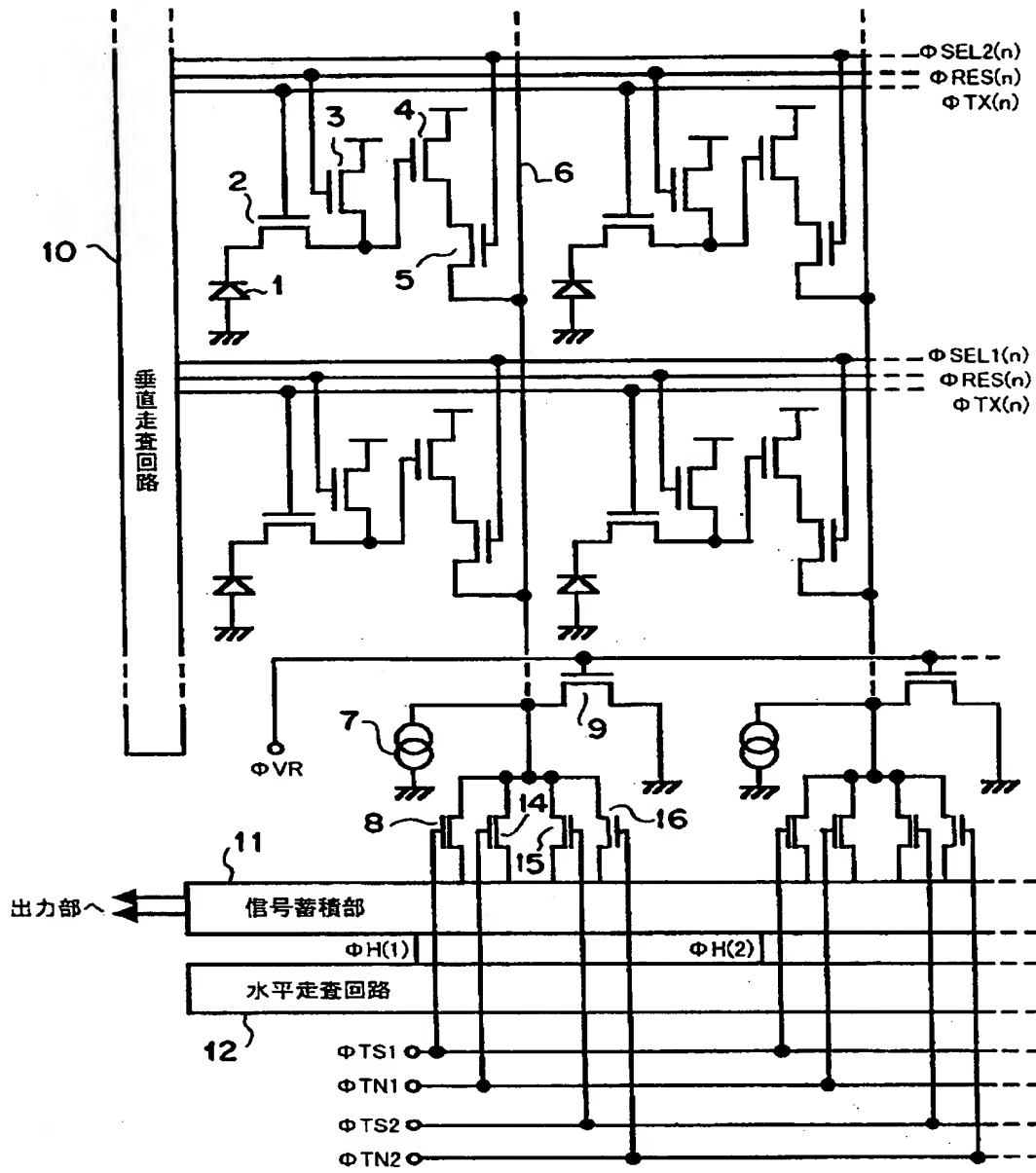
【図 9】



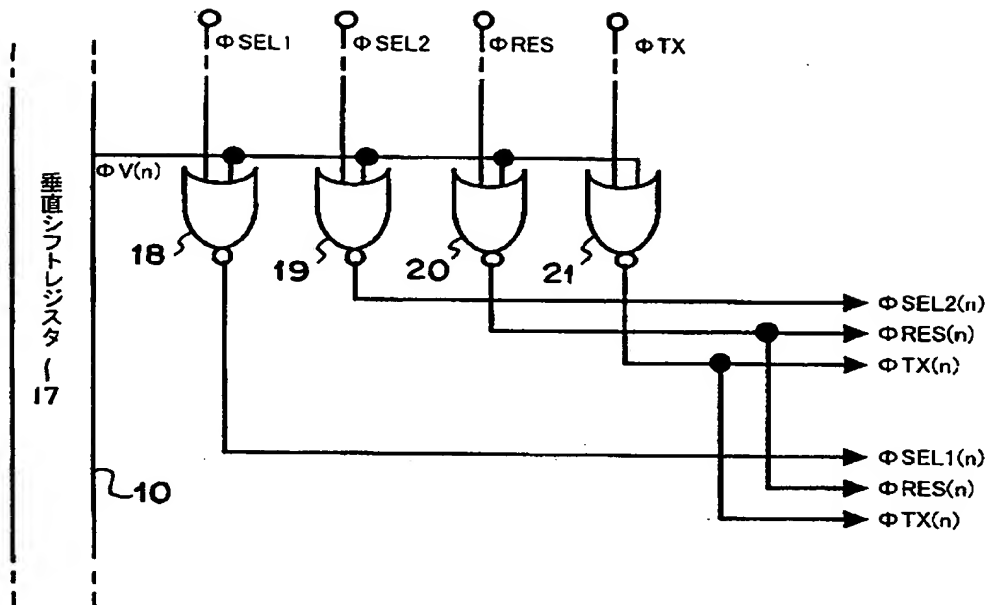
【図 10】



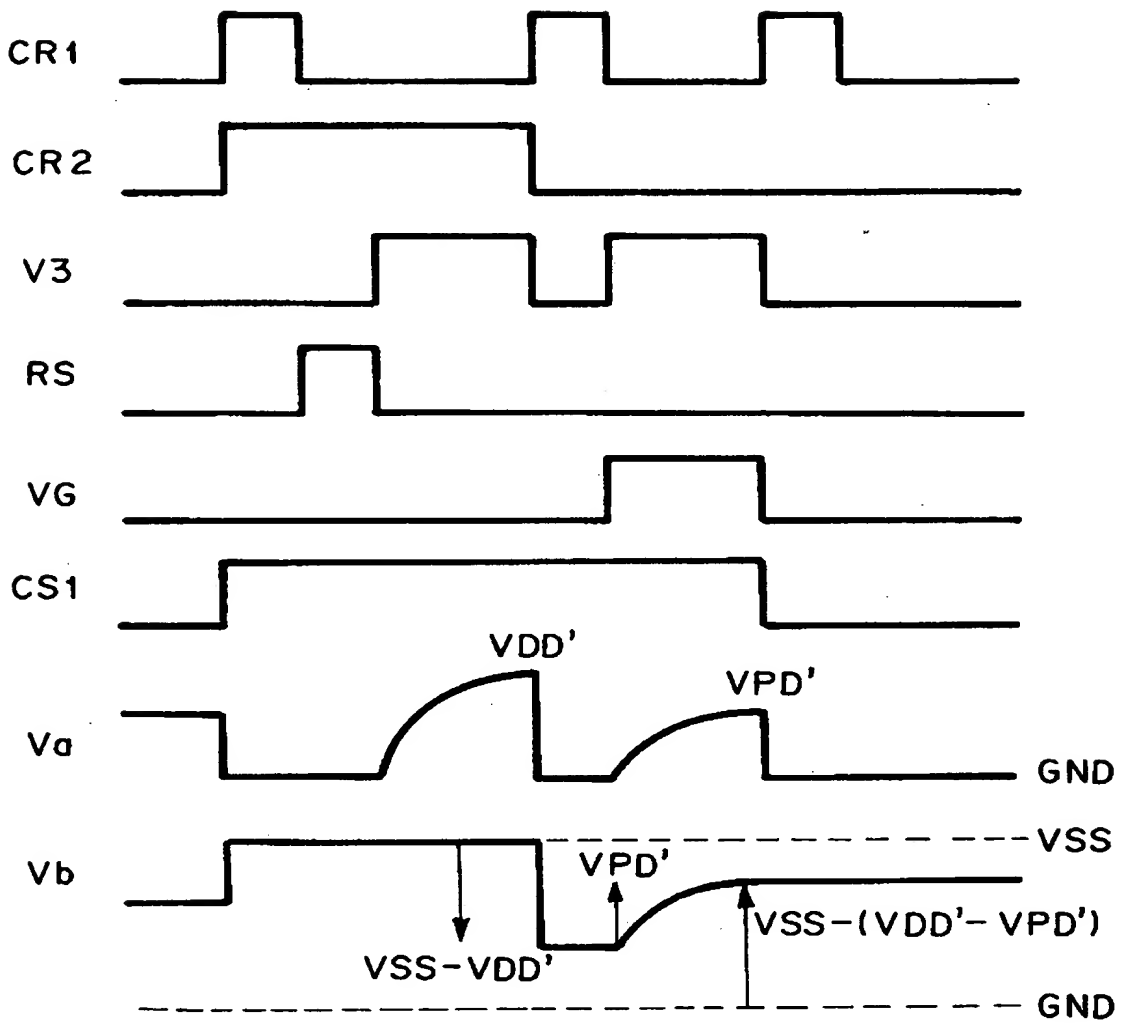
【図 11】



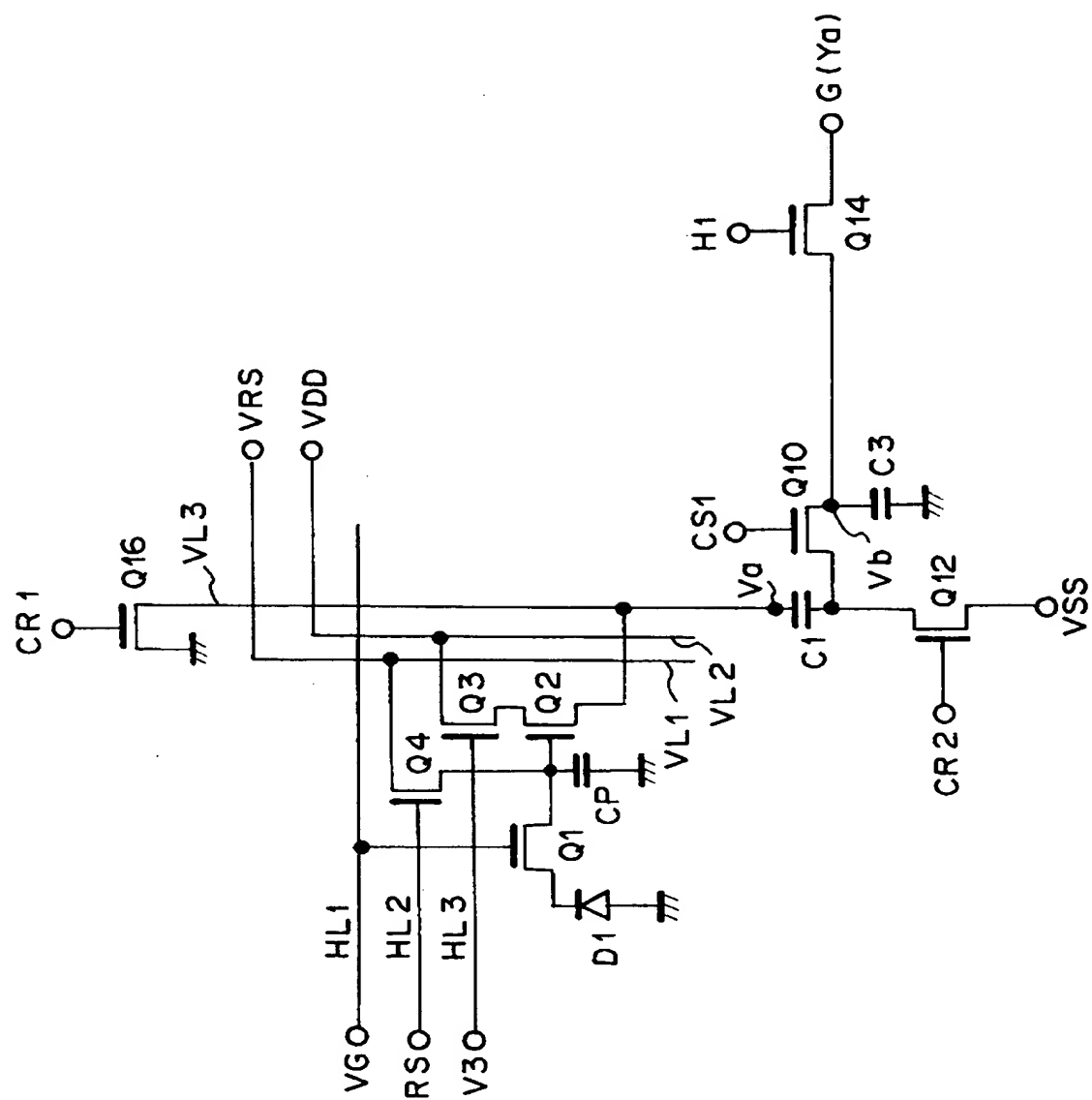
【図 12】



【図 13】



【图 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 固体撮像装置の画素アンプの最大取扱い電荷量 Q_{sat} を増加し、 S/N を高め、画質に優れた高品質の読み取り画像信号を得ることを課題とする。

【解決手段】 画素部に光電変換素子と、前記光電変換素子で発生する光電変換信号をゲート電極に入力する電界効果トランジスタと、前記光電変換素子と前記電界効果トランジスタのゲート電極との導通を制御する転送スイッチを有する固体撮像装置において、前記光電変換素子から前記電界効果トランジスタのゲート電極への光電変換信号の読み出しを、前記電界効果トランジスタのゲート下に反転層が形成されている状態で行うことを特徴とする。

【選択図】 図 1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100065385
【住所又は居所】 東京都港区浜松町1丁目18番14号 SVAX浜
松町ビル
【氏名又は名称】 山下 穰平

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社